

特開平7-37711

(43) 公開日 平成7年(1995)2月7日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

識別記号

F I

H01F 1/34

C01G 49/00

C04B 35/30

A

H01F 1/34

A

C04B 35/30

C

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全4頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平5-178742

(22) 出願日 平成5年(1993)7月20日

(71) 出願人 000134257

株式会社トーキン

宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号

(72) 発明者 佐藤 忠邦

宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号

株式会社トーキン内

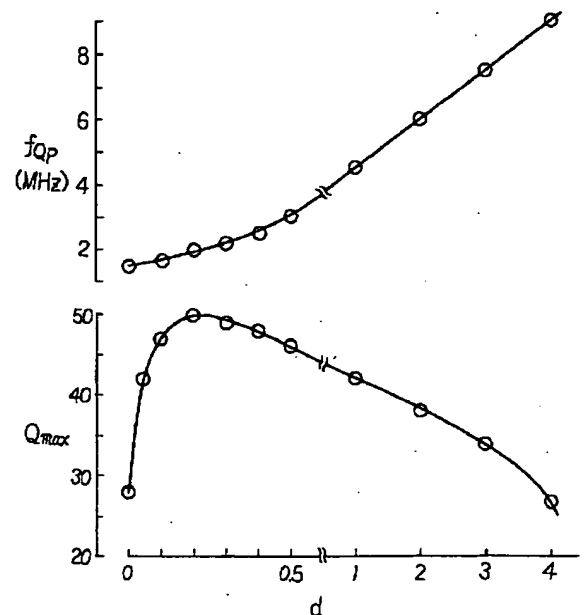
(74) 代理人 弁理士 後藤 洋介 (外3名)

(54) 【発明の名称】 酸化物磁性材料及びそれを用いたインダクタ

(57) 【要約】

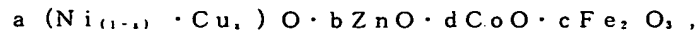
【目的】 インダクタの磁芯用フェライト材料を改善することにより、インダクタのQを改善し、高性能なインダクタ及びその磁芯に用いられる酸化物磁性材料を提供すること。

【構成】 磁芯用酸化物磁性材料は、Ni, Cu, Zn, Co, Feの酸化物を主成分として含有するスピネル型フェライト焼結体において、一般式  $a(\text{Ni}_{1-x}\text{Cu}_x)\text{O} \cdot b\text{ZnO} \cdot d\text{CoO} \cdot c\text{Fe}_2\text{O}_3$  , (但し、 $a+b+c+d=100$ ,  $0.1 \leq x \leq 0.8$ ,  $0 \leq b \leq 35$ ,  $32.0 \leq c \leq 48.5$ ,  $0 \leq d \leq 3.5$ ) で示される組成比を有する。この酸化物磁性材料からなる磁芯に、絶縁被覆導線を巻回して樹脂でモールドしてインダクタを形成する。

(225-d)(Ni<sub>0.7</sub>Cu<sub>0.3</sub>)·dCoO·30ZnO·47.5Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 Ni, Cu, Zn, Co, Feの酸化物



但し、 $a+b+c+d=100$ ,  $0.1 \leq x \leq 0.8$ ,  $0 \leq b \leq 35$ ,  $32.0 \leq c \leq 48.5$ ,  $0 \leq d \leq 3.5$ ,

で示される組成比を有することを特徴とする磁芯用酸化物磁性材料。

【請求項2】 請求項1記載の酸化物磁性材料からなる磁芯に、絶縁被覆導線を巻回して樹脂でモールドしたことを特徴とするインダクタ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、インダクタに使用されるスピネル型フェライト磁芯材料に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、この種の軟磁性材料には、金属に比べ電気抵抗が高くなり、周波数特性が高周波化できることから、スピネル型フェライトが使用されてきた。スピネル型フェライトの中でも、Mn-Zn系フェライトは、高い磁束密度と高い透磁率が得られることから、最も使用されてきた。しかしながら、この材料は、直流比抵抗 $\rho_{dc}$ で約 $1 \times 10^3 \Omega \cdot \text{cm}$ と電気抵抗があまり大きくなく、また適用周波数帯も500kHz程度が上限である。

【0003】 現在、これらインダクタの使用される領域では、高周波化、小型化、軽量化が急速に進行している。そのため、インダクタ素子は表面実装化が進展している。したがって、この種の材料は、できるだけ省力化も図られ、例えば、絶縁処理を施すよりも、絶縁性の高い材料が、巻線時等の絶縁被膜の破損によるインダクタンスのバラツキが皆無となるので有用となる。そこで、Ni系フェライトの組成を特定範囲に制御することにより、高周波化への適用及び、材料の高抵抗化が可能となり、この種のフェライト材料が、いわゆるチップインダクタとして工業化されてきている。このチップインダクタのひとつに、フェライト磁芯材料に電気導体を巻線した後、樹脂等をモールドして構成されるモールド型インダクタがある。

【0004】 本発明者は、以前にこのモールド型インダクタ用磁芯材料として、主成分の組成比が $a(\text{Ni}_{(1-x)} \cdot \text{Cu}_x) \text{O} \cdot b \text{ZnO} \cdot c \text{Fe}_2 \text{O}_3$ ,  $0.1 \leq x \leq 0.8$ ,  $a+b+c=100$ ,  $0 \leq b \leq 35$ ,  $32 \leq c \leq 48.5$ で、 $T_c$ が $100^\circ\text{C}$ 以上を有するNi-Cu-Zn系フェライト材料が有用であることを特願平4-243653に提案している。ここで、 $x=0.1 \sim 0.8$ としたのは、フェライト材料の $\mu$ の温度変化が $0.1 \sim 0.8$ の範囲で負を示し、 $b=0 \sim 35$ としたのは、 $\mu$ は $b$ の増加とともに明らかに向上し、 $35$ で極大を示し、それ以上では $\mu$ の減少に加え $T_c$ の減少をと

を主成分として含有するスピネル型フェライト焼結体において、一般式

もない、ZnO置換による正の効果が期待できなくなり、 $c=32 \sim 48.5$ としたのは、 $48.5$ 以下で $\mu$ の温度係数が負を示し、 $32$ 以下では損失係数 $\tan \delta$ が明らかに大きくなるためである。また、フェライト材料の $T_c$ を $100^\circ\text{C}$ 以上としたのは、 $\mu$ の著しい減少は $T_c$ より約 $20^\circ\text{C}$ 低い温度から $T_c$ の間で生ずるので、インダクタの使用上限温度が $80^\circ\text{C}$ 以上を可能とした場合、材料の $T_c$ としては $100^\circ\text{C}$ 以上が必要となるためである。このことにより、樹脂モールド型インダクタのインダクタンスの温度変化を著しく低減できることを発見している。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前述したNi-Cu-Zn系フェライト磁芯の材料特性として、損失係数 $\tan \delta$ の逆数である $Q$  ( $Q$ の値が大きい程損失が小さく、高性能となる)が $100$ 前後を有しているにもかかわらず、インダクタを構成した場合、巻線、電極付け、モールド等によりインダクタの $Q$ は $1/3$ 程度に低下してしまう。したがって、これらインダクタの構成によっても、インダクタの $Q$ が高い値を示す材料であることが、工業上非常に有益となる。

【0006】 そこで、本発明の技術的課題は、インダクタの磁芯用フェライト材料を改善することにより、インダクタの $Q$ を改善し、高性能なインダクタ及びその磁芯に用いられる酸化物磁性材料を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明者は、種々検討を重ねた結果、前述した組成を使用したインダクタの $Q$ を改善する方法として、フェライト材料の組成比を、次の一般式で示されるようにすることが、極めて有効であることがわかった。

【0008】 本発明によれば、Ni, Cu, Zn, Co, Feの酸化物を主成分として含有するスピネル型フェライト焼結体において、一般式  $a(\text{Ni}_{(1-x)} \cdot \text{Cu}_x) \text{O} \cdot b \text{ZnO} \cdot d \text{CoO} \cdot c \text{Fe}_2 \text{O}_3$ , 但し、 $a+b+c+d=100$ ,  $0.1 \leq x \leq 0.8$ ,  $0 \leq b \leq 35$ ,  $32.0 \leq c \leq 48.5$ ,  $0 \leq d \leq 3.5$ , で示される組成比を有することを特徴とする磁芯用酸化物磁性材料が得られる。

【0009】 本発明によれば、前記磁性材料からなる磁芯に、絶縁被覆導線を巻回して樹脂でモールドしたことを特徴とするインダクタが得られる。

【0010】 ここで、本発明において、インダクタの $Q$ が向上する原因は、CoOの添加により、フェライト磁芯材料の $Q$ が著しく改善されるためであり、最大で約3倍に向上している。また、本発明において、CoO添加による効果は、フェライト磁芯材料に発生する壁の固着

化に起因し、緩和現象の分布を狭くするためであると考え。本発明において、組成比における  $a$ ,  $b$ ,  $c$  は前述した理由によるものである。また、本発明において、 $d$  を  $0.02 \sim 3.00$  の範囲としたのは、インダクタの  $Q$  の著しい向上が  $0 \sim 3.5$  の範囲で認められるからであり、 $d$  が  $0$  以上で  $Q$  の向上は明らかに見られ、 $3.5$  以上では高価な  $\text{CoO}$  を使用しても、 $Q$  向上が見られなくなり、工業上の有益性がなくなるからである。

【0011】尚、本発明においては、中でも  $Q$  が著しく向上する領域は  $0.02 \leq d \leq 3.00$  の範囲である。

【0012】

【実施例】以下、本発明の実施例について述べる。

【0013】化学組成比が  $(22.5-d)(\text{Ni}_{0.5} \cdot \text{Cu}_{0.5})\text{O} \cdot d\text{CoO} \cdot 30\text{ZnO} \cdot 47.5\text{Fe}_2\text{O}_3$  とし、ここで  $d=0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0$  となるように、酸化鉄 ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) と酸化ニッケル ( $\text{NiO}$ )、酸化第2鉛 ( $\text{CuO}$ ) 及び酸化亜鉛 ( $\text{ZnO}$ )、三二酸化コバルト ( $\text{Co}_2\text{O}_3$ ) を原料とし、ボールミルにて20時間湿式混合した。次に、これら原料混合粉末を大気中  $800^\circ\text{C}$  で2時間仮焼した後、ボールミルにて3時間湿式粉碎し、成形用粉末とした。

【0014】次に、これら成形用粉末に  $\text{PVA}$  を  $1\text{wt}\%$  湿式混合した後、成形圧  $2\text{トン}/\text{cm}^2$  で直径  $20\text{mm}$ 、高さ  $10\text{mm}$  になるように金型を使用し、圧縮成形した。次にこれら成形体を、大気中、徐熱、炉冷にて、 $1000^\circ\text{C}$  で4時間焼結した。

【0015】次に、この焼結体を加工し、直径  $1\text{mm}$ 、長さ  $3\text{mm}$  の棒状フェライト磁芯を作製した。

【0016】次に、これらフェライト棒に直径  $30\mu\text{m}$  の絶縁被覆銅線を  $30 \sim 150$  回巻線した後、約  $160^\circ\text{C}$  でエポキシ樹脂を射出成形し、外径が  $1.5 \times 1.5 \times 3.5\text{mm}$  の直方体状のモールド型インダクタを作製した。次に、これらインダクタの特性を、インピーダンスアナライザーを使用して測定したところ、インダクタンスは  $30 \sim 100\mu\text{H}$  の間にあった。これら素子において、 $Q$  が最大を示した値を  $Q_{\text{max}}$  とし、 $Q$  が極大を示す周波数を  $f_Q$  とし、フェライトの組成との関係で示すと、図1のようになる。図1で示す通り  $Q$  の著しい向上は  $d$  が  $0$  以上で認められ、 $d$  が  $3.5$  以上では  $Q$  向上の効果は認められなくなる。したがって、 $0 < d \leq 3.5$  の範囲が有用となる。中でも  $0.02 \leq d \leq 3.00$  の範囲で  $Q$  が著しく向上している。ちなみに、本発明の

実施例で示したインダクタは、約  $1 \sim 9\text{MHz}$  の範囲の周波数帯で有用となるが、 $f_Q$  の値で判断できる。

【0017】尚、これらフェライト焼結体の直流電気抵抗をブリッジを用いて測定したところ、 $2 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm} \sim 5 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$  の範囲にあった。

【0018】また、これら焼結体の  $100\text{kHz}$  における透磁率の  $-20^\circ\text{C} \sim 80^\circ\text{C}$  における温度変化を測定したところ  $-0.4 \sim -0.1\%/^\circ\text{C}$  の範囲にあった。

【0019】また、これら焼結体をX線回折法により結晶構造を解析したところ、スピネル型フェライトであることが確認できた。

【0020】尚、上記した本発明の実施例では、 $\text{NiO}$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Co}_2\text{O}_3$  を原料として使用したフェライト焼結体についてのみ述べているが、必ずしもこれら酸化物に限定されるものでなく、焼結体がスピネル型フェライトを構成するものであれば、本発明の範囲にあることは、当業者であれば容易に理解できる。また、 $\text{Ni}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{Co}$  を主成分として含有しているスピネル型フェライトであれば、他の元素を含有していたとしても、本発明の範囲に含まれる。また、粉末の予備焼成及び成形体の焼結を大気中で行なっているが、焼結における生成物がスピネル型フェライトであれば、成形用粉末の製法が、予備焼成なし、共沈法、水熱合成法、噴霧焙焼法等を適用しても、焼結雰囲気が大気中に比べ、酸性性であっても、還元性であっても、本発明の範囲にある。更に、成形体の成形法についても特に上記実施例に限定されるものではない。

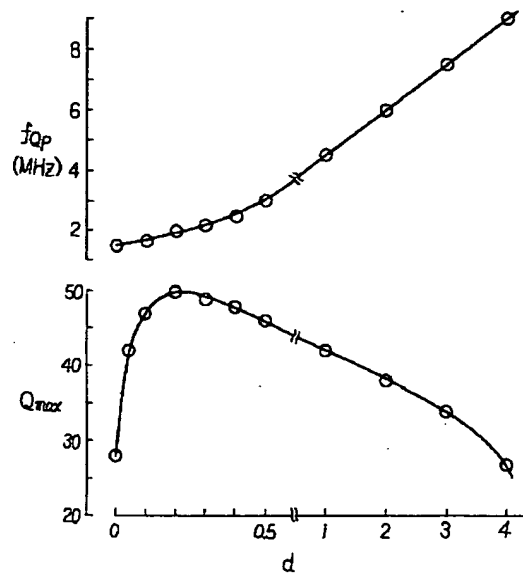
【0021】

【発明の効果】以上、説明したように本発明においては、 $\text{Ni}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Co}$ ,  $\text{Fe}$  の酸化物を主成分として含有するスピネル型フェライト焼結体において、組成比を  $a(\text{Ni}_{(1-a)} \cdot \text{Cu}_a)\text{O} \cdot b\text{ZnO} \cdot d\text{CoO} \cdot c\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $a+b+c+d=100$ ,  $0.1 \leq x \leq 0.8$ ,  $0 \leq b \leq 35$ ,  $32.0 \leq c \leq 48.5$ ,  $0 \leq d \leq 3.5$  とすることにより、インダクタの  $Q$  向上を実現できるフェライト磁芯材料を、工業的に有用に製造できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例におけるモールド型インダクタの  $Q$  の最大値  $Q_{\text{max}}$  と、 $Q$  が極大を示した周波数  $f_Q$  と組成の関係を示す図である。

【図 1】

(225-d)(Ni<sub>67</sub>-Cu<sub>33</sub>)-dCoO-30ZnO-47.5Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 F 17/04

識別記号 庁内整理番号

F 7319-5E

F I

技術表示箇所